

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-203098
 (43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
 H01L 21/205
 H01L 21/3065

(21)Application number : 2000-008649

(71)Applicant : ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 18.01.2000

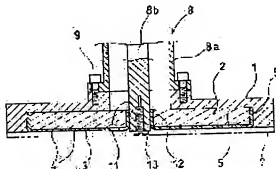
(72)Inventor : ARAKAWA TAKAHIRO
 TANAKA KENJI

(54) STRUCTURE OF RADIAL LINE SLOT ANTENNA IN A PLASMA SURFACE PROCESSING APPARATUS FOR SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce generation of nonuniform processing caused by strain deformation of a slot antenna.

SOLUTION: A radial line slot antenna consists of a dielectric plate 2, an electroconductive slot plate 3 equipped on the surface of the dielectric plate 2, an antenna guide plate 1 made of conductor equipped on the back side of the dielectric plate 2 and connected electrically to the periphery of the slot plate 3, and a coaxial wave guide 8 of microwave connected to the slot plate 3 and the central part of the antenna guide plate 1, in which the slot plate 3 is a conductor film formed on the surface of the dielectric plate 2 by electroless plating.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

Searching PAJ

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 5 H 1/46		H 0 5 H 1/46	B 5 F 0 0 4 L 5 F 0 4 5
H 0 1 L 21/205 21/3065		H 0 1 L 21/205 21/302	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-8649 (P2000-8649)

(22) 出願日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院清崎町21番地

(72) 発明者 荒川 貴博

京都市右京区西院清崎町21番地 ローム株

式会社内

(72) 発明者 田中 健司

京都市右京区西院清崎町21番地 ローム株

式会社内

(74) 代理人 100079131

弁理士 石井 暁夫 (外 2 名)

Fターム (参考) 5F004 A401 B416 B832

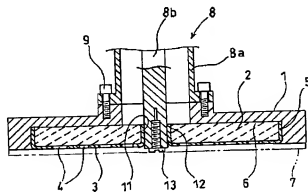
5F045 A409 B801 EHD2

(54) 【発明の名称】 半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造

(57) 【要約】

【課題】 誘電体板 2 と、この誘電体板の表面側に配設した導電体製のスロット板と、前記誘電体板の裏面側に前記スロット板の外周に電気的に接続するように配設した導電体製のアンテナガイド板 1 と、前記スロット板及び前記アンテナガイド板における中心部分に接続したアマクロ波の同軸導波管 8 とから成るラジアルラインスロットアンテナにおいて、前記スロット板の歪み変形に起因する処理むらの発生を低減する。

【解決手段】 前記スロット板 3 を、前記誘電体板 2 の表面に対する無電解メッキにて形成した導電体膜 3 にする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】誘電体板と、この誘電体板の表面側に配設した導電体製のスロット板と、前記誘電体板の裏面側に前記スロット板の外周に電気的に接続するように配設した導電体製のアンテナガイド板と、前記スロット板及び前記アンテナガイド板における中心部分に接続したマイクロ波の同軸導波管とから成るラジアルラインスロットアンテナにおいて、

前記スロット板を、前記誘電体板の表面に対する無電解メッキにて形成した導電体膜にしたことを特徴とする半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項 2】前記請求項 1 の記載において、前記無電解メッキによる導電体膜を下層とし、この下層の導電体膜に重ねて電解メッキによる上層の導電体膜を形成したことを特徴とする半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項 3】前記請求項 1 又は 2 の記載において、前記誘電体板の外周面に、当該誘電体板の表面における金属膜に連続する外周導電体膜を形成し、この誘電体板を、前記アンテナガイド板に設けた凹所内に、前記外周導電体膜がアンテナガイド板に接当するように嵌め込んだことを特徴とする半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項 4】前記請求項 1 又は 2 の記載において、前記アンテナガイド板を、前記誘電体板の裏面に当該誘電体板の表面における導電体膜に連続するように形成した裏面導電体膜にしたことを特徴とする半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項 5】前記請求項 1 ～ 4 のいずれかの記載において、前記誘電体板の中心部分に、前記マイクロ波の同軸導波管に接続した導電体製の接続片を、当該接続片が誘電体板の表面における導電体膜に電気的に導通するように嵌め込んだことを特徴とする半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコンエハー等の半導体基板をプラズマにて表面処理するようにしたプラズマ表面処理装置において、前記プラズマをマイクロ波にて発生するためのラジアルラインスロットアンテナの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、この種のラジアルラインスロットアンテナを使用するプラズマ表面処理装置は、従来から良く知られているように、アルミニウム等の導電体製のアンテナガイド板の下面に、偏平状の凹所を形成し、この凹所内に、石英又はアルミナセラミックにて円

盤型に形成した誘電体板を嵌め込み、この誘電体板の下面側に、スロット孔の多数個を穿設して成る導電体製のスロット板を、その外周部を前記アンテナガイド板に対して電気的に接続するように配設する一方、マイクロ波の同軸導波管を、前記スロット板及び前記アンテナガイド板における中心部分に接続して、この同軸導波管からのマイクロ波を、前記誘電体板によってその半径方向の外向きに全体にわたるように広がらせたもの、前記スロット板における各スロット孔から下向きに噴出することにより、その下方に配設の下部電極の上面に設置されている半導体基板との間にプラズマを発生し、このプラズマにて前記半導体基板の表面に対して各種の被膜を形成するとか、半導体基板の表面をエッチングする等の表面処理を行うものである。

【0003】この場合、従来のプラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナは、前記誘電体板の下面側に配設したスロット板を、その外周縁部を誘電体板より突出するように外向きに延長したのち、前記アンテナガイド板に対して複数本の止めねじにて締結することによって、前記アンテナガイド板に対して電気的に導通するように取付けるという構成にしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記スロット板は、誘電体板における誘電損失熱等により高い温度に加熱されることとなるから、このスロット板のアンテナガイド板に対する取付けが、前記したように、当該スロット板における外周縁部の複数箇所を、アンテナガイド板に対して止めねじにて締結するという構成であると、このスロット板の上面における誘電体板が熱伝導率の低い石英又はアルミナセラミックであることのために当該スロット板からの熱放散は専らアンテナガイド板に対して接触する外周縁部のみに限られ、その内側の部分に蓄熱による熱膨張が発生することにより、このスロット板のうち外周縁部よりも内側の部分が、前記熱膨張に加えて当該スロット板の重量のために下向きに膨れるような形状に歪み変形し、前記誘電体板の上側面におけるアンテナガイド板との間の間隔に狭い広がりができるため、マイクロ波の放射特性が不均一になる。したがって、半導体基板のプロセスエリアにおける形成されるプラズマが不均一・不安定になるから、半導体基板に対する表面処理に処理むらができるという問題があった。

【0005】そこで、最近におけるラジアルラインスロットアンテナでは、前記スロット板の外周縁の部分アンテナガイド板に対しておなじめするにことに加えて、その内側の部分における複数箇所をも誘電体板に対しておなじめするようにしているが、このように構成しても、前記スロット板は、各止めねじの間部分において下向きに膨れるように歪み変形することになるから、このスロット板における熱膨張による歪み変形を根本的に無くすることができないのであった。

3

【0006】本発明は、この問題を解消することを技術的課題とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この技術的課題を達成するため本発明は、「誘電体板と、この誘電体板の表面側に配設した導電体製のスロット板と、前記誘電体板の裏面側に前記スロット板の外周に電気的に接続するように配設した導電体製のアンテナガイド板と、前記スロット板及び前記アンテナガイド板における中心部分に接続したアイク波の同軸導波管とから成るラジアルラインスロットアンテナにおいて、前記スロット板を、前記誘電体板の表面に対する無電解メッキにて形成した導電体膜にする。」という構成にした。

【0008】

【発明の作用・効果】このように、誘電体板の表面における導電体製スロット板を、誘電体板の表面に対する無電解メッキにて形成した導電体膜にしたことにより、この導電体膜によるスロット板を、誘電体板に対してその全体にわたって各所一様に支持することができるから、このスロット板が、熱膨張のために下向きに影れるように歪み変形することを、前記誘電体板にて確実に阻止することができるのである。

【0009】従って、本発明によると、半導体基板に対するプラズマによる表面処理に際して、前記スロット板の歪み変形に起因する処理むらの発生を、確実に且つ大幅に低減できる効果を有する。

【0010】しかも、前記スロット板は、無電解メッキによる導電体膜であることにより、これを導電性ペーストの塗布・焼成によって形成する場合よりも、容易に低コストで形成できることに加えて、厚さを全体にわたって均一にすることができるから、厚さの不均一に起因する処理むらの発生を殆ど無くすることができる効果をも有する。

【0011】ところで、誘電体板の表面におけるスロット板には、或る程度以上の板厚さを確保する必要があるが、無電解メッキによる導電体膜形成の速度は、電解メッキによる場合よりも遅いので、前記スロット板としての導電体膜を無電解メッキのみにて形成することは、この無電解メッキに長い時間が掛かり価格のアップを招来するばかりか、このスロット板における導電体の材料としても、誘電体板に対して無電解メッキできる性質の導電体のみに限られることになる。

【0012】これに対して、請求項2は、前記無電解メッキによる導電体膜を下層とし、この下層の導電体膜に重ねて電解メッキによる上層の導電体膜を形成することを提案するものであり、これにより、所定厚さのスロット板としての導電体膜を形成することに必要な時間を、その全てを無電解メッキにて形成する場合よりも短縮できるから、価格の低減を達成でき、しかも、下層の導電体膜を、例えば銅等のように誘電体板に対して無電解メ

ッキが容易にできる材料にしたうえで、上層の導電体膜を、例えばニッケル等のような酸化性の低くて、耐久性に優れた導電体材料にすることができる。

【0013】また、請求項3に記載したように、前記誘導体板の外周面に、当該誘電体板の表面における導電体膜に連続する外周導電体膜を形成し、この誘電体板を、前記アンテナガイド板に設けた凹所内に、前記外周導電体膜がアンテナガイド板に接当するように嵌め込むことにより、前記スロット板における外周部のアンテナガイド板に対する電気的接続を、アンテナガイド板における凹所内への誘電体板の嵌め込みと同時に確実に行うことができるから、この接続構造の簡単化と、接続手数の低減とを達成できる。

【0014】更にまた、請求項4に記載したように、前記アンテナガイド板を、前記誘電体板の裏面に当該誘電体板の表面における導電体膜に連続するように形成した裏面導電体膜にすることにより、前記同軸導波管を誘電体板2の表面における導電体膜の外周部に対して電気的に接続することに、前記した従来のように、凹所を備えたアンテナガイド板を使用することを省略できるから、構造のより簡単化と、軽量化とを達成できる。

【0015】加えて、請求項5に記載したように、前記誘電体板の中心部分に、前記同軸導波管に接続した導電体製の接続片を、当該接続片が誘電体板の表面における導電体膜に電気的に導通するように嵌め込むことにより、前記同軸導波管を誘電体板の表面における導電体膜の中心部分に対して、電気的に確実、且つ、強固に接続することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面について説明する。

【0017】図1～図4は、第1の実施の形態を示す。

【0018】この図において、符号1は、アルミニウム等の導電体製のアンテナガイド板を、符号2は、アルミニウムセラミックにて円盤型に形成した誘電体板を各々示す。

【0019】前記誘電体板2の下面には、以下に詳しく述べるように、複数個のスロット孔4を備えた導電体膜3が、以下に詳しく述べるように、無電解メッキにて形成され、また、この誘電体板2の外周面にも、無電解メッキによる外周導電体膜5が、前記導電体膜3に一体的に連続するように形成されている。

【0020】そして、前記誘電体板2を、前記アンテナガイド板1の下面に設けた凹所6内に、当該誘電体板2における外周導電体膜5がアンテナガイド板1に対して密接するように嵌め込み装填する。

【0021】この誘電体板2の凹所6内への嵌め込み装填に際しては、アンテナガイド板1を予め適宜温度に加熱し、その凹所内に低い温度にした誘電体板2を嵌め込んだのち、前記アンテナガイド板1を冷却するというい

50

わゆる焼き詰め方法を採用することにより、前記外周導電体膜5のアンテナガイド板1に対する密着をより強くして、確実な電氣的接続と、アンテナガイド板1に対する誘電体板2の固定とを得るようにする。なお、前記アンテナガイド板1の下面外周に、図1に二点鎖線で示すように、リング体7をネジ止め（図示せず）することにより、誘電体板2を凹所6内に固着するように構成しても良い。

【0022】一方、アンテナガイド板1の上面側に、マイクロ波の同軸導波管8を配設して、この同軸導波管8における外側導電体管8aを、前記アンテナガイド板1における中心部分に、複数のボルト9による締結にて結合する一方、前記同軸導波管8における内側導電体軸8bを、前記誘電体板2を貫通してその下の導電体膜3における中心部分に電氣的に接続する。

【0023】なお、前記同軸導波管8における内側導電体軸8bの導電体膜3に対する接続に際しては、前記内側導電体軸8bの先端に割り溝10を設ける一方、前記誘電体板2の中心に穿設した貫通孔11の内周面に、無電解メッキによる内周導電体膜12を、前記導電体膜3に一体的に連続するように形成し、これに前記内側導電体軸8bの先端を挿入したのち、前記割り溝10内にねじ13をねじ込むことにより、前記内側導電体軸8bの先端を広げて、これを前記内周導電体膜12に対して押圧するという構成を採用している。なお、このねじ13を、先細のテーパ状ねじにすることにより、前記内側導電体軸8bの先端の広がりをより向上させる。

【0024】そして、前記誘電体板2の下面における導電体膜3、外周導電体膜5及び内周導電体膜12を、無電解メッキにて形成するに際しては、図4（A）に示すように、中心に貫通孔11を穿設した誘電体板2を用意し、この誘電体板2の全体を、銅の無電解メッキ液に浸漬することにより、その全表面に、銅による導電体膜を所定厚さに形成したのち、この導電体膜のうち誘電体板2の上面における不要部分を、フォトエッチングにて除去すると共に、誘電体板2の下面における導電体膜3に、複数個のスロット孔4をフォトエッチングにて穿設する。

【0025】なお、前記誘電体板2の上面における導電体膜無しの部分、及びスロット孔4は、無電解メッキを行う以前において、これらの箇所に無電解メッキによる導電体膜が形成されないようにマスクを予め設けることによって、形成するようにしても良い。

【0026】この構成において、誘電体板2の下面における導電体膜3は、その外周部がアンテナガイド板1を介して同軸導波管8における外側導電体管8aに、その中心部分が同軸導波管8における内側導電体軸8bに各々電氣的に接続されていることに加えて、この導電体膜3に複数個のスロット孔4が穿設されているから、この下面における導電体膜3は、スロット板としての作用を

行うのである。

【0027】つまり、本発明においては、誘電体板2の下面における導電体膜3のスロット板を、無電解メッキによる導電体膜3にすることができるとのことであり、これにより、このスロット板としての導電体膜3を、誘電体板2に対してその全体にわたって各所一様に支持することができるから、このスロット板としての導電体膜3が、熱膨張のために下向きに膨らむように歪み変形することを、前記誘電体板2にて確実に阻止することができる。

【0028】一方、前記誘電体板2の外周面に、当該誘電体板2の表面における導電体膜によるスロット板3に連続する外周導電体膜5を形成し、この誘電体板2を、前記アンテナガイド板1に設けた凹所6内に、前記外周導電体膜5がアンテナガイド板1に接当するように収め込んだことにより、前記スロット板としての前記導電体膜3における外周部のアンテナガイド板1に対する電氣的接続を、アンテナガイド板1における凹所6内への誘電体板2の嵌め込みと同時に確実に行うことができる。

【0029】また、前記誘電体板2に対してスロット板としての導電体膜3、外周導電体膜5及び内周導電体膜12を、前記した無電解メッキに加えて電解メッキにて形成するに際しては、図4（A）に示すように、中心に貫通孔11を穿設した誘電体板2を用意し、この誘電体板2の全体を銅の無電解メッキ液に浸漬するという無電解メッキを行うことにより、その全表面に、図4（B）に示すように、銅による下層の導電体膜Aを薄く厚さにして形成し、次いで、この誘電体板2の全体をニッケルの電解メッキ液に浸漬して通電するという電解メッキを行うことにより、図4（C）に示すように、ニッケルによる上層の導電体膜Bを、前記下層の導電体膜Aに重ねて形成したのち、図4（D）に示すように、この導電体膜のうち誘電体板2の上面における不要部分を、フォトエッチングにて除去すると共に、誘電体板2の下面におけるスロット板としての導電体膜3に、複数個のスロット孔4をフォトエッチングにて穿設する。

【0030】なお、この場合においても、前記誘電体板2の上面における導電体膜無しの部分、及びスロット孔4は、無電解メッキを行う以前において、これらの箇所に無電解メッキによる導電体膜が形成されないようにマスクを予め設けることによって、形成するようにしても良い。

【0031】このように、無電解メッキによる導電体膜Aを下層とし、この下層の導電体膜Aに重ねて電解メッキによる上層の導電体膜Bを形成して、全体として所定厚さのスロット板としての導電体膜3にすることにより、所定厚さのスロット板としての導電体膜3を形成することに要する時間を、その全てを無電解メッキにて形成する場合よりも短縮でき、しかも、下層の導電体膜Aを、例えば銅等のようにアルミナセラミック製の誘電体板2に対して無電解メッキが可能な金属にしたうえで、

上層の導電体膜Aを、例えばニッケル等のような酸化性の低くて、耐久性に優れた導電体材料にすることができ

る。
【0032】次に、図5～図10は、第2の実施の形態を示す。

【0033】この第2の実施の形態は、誘電体板2の下面にスロット板としての導電体膜3を、誘電体板2の外周面に外周導電体膜5を、貫通孔11内面に内周導電体膜12を各々無電解メッキ又は無電解メッキ及び電解メッキにて形成することに加えて、前記誘電体板2の上面にも上面導電体膜14を、無電解メッキ又は無電解メッキ及び電解メッキにて、前記外周導電体膜5に一体的に連続するように形成したものである。

【0034】なお、これら各導電体膜3、5、12、14の形成に際しては、図9(A)に示すように、上面にボス部2'を一体的に設けた誘電体板2を用意し、以下は前記第1の実施の形態と同様に、この誘電体板2の全体を、銅の無電解メッキ液に浸漬することにより、その全面に、銅による導電体膜を所定厚さにして形成したのち、この導電体膜のうち誘電体板2の上面における不要部分を、フォトエッチングにて除去すると共に、誘電体板2の下面における導電体膜3に、複数個のスロット孔4をフォトエッチングにて穿設する。

【0035】或いは、前記ボス部2'を備えた誘電体板2の全体を銅の無電解メッキ液に浸漬するという無電解メッキを行うことにより、その全面に、図9(B)に示すように、銅による下層の導電体膜Aを所定厚さにして形成し、次いで、この誘電体板2の全体をニッケルの電解メッキ液に浸漬して通電するという電解メッキを行うことにより、図9(C)に示すように、ニッケルによる上層の導電体膜Bを、前記下層の導電体膜Aに重ねて形成したのち、図4(D)に示すように、この導電体膜のうち誘電体板2のボス部2'の上面における不要部分を、フォトエッチングにて除去すると共に、誘電体板2の下面におけるスロット板としての導電体膜3に、複数個のスロット孔4をフォトエッチングにて穿設する。

【0036】なお、前記誘電体板2のボス部2'の上面における導電体膜無しの部分、及びスロット孔4は、無電解メッキを行う以前において、これらの箇所に無電解メッキによる導電体膜が形成されないようにマスクを予め設けることによって、形成するようにしても良いことはいうまでもない。

【0037】そして、前記誘電体板2における貫通孔11内に、銅等の導電体製の接続片15を、下面の導電体膜5及び内周導電体膜12に密接するように挿入したのち、この接続片15を、前記同軸導波管8における内側導電体軸8bに対してボルト16にて締結することにより、電氣的に接続する。なお、この接続片15は、前記下面の導電体膜5に対して半田付けにて固着しても良い。また、前記同軸導波管8における内側導電体軸8b

の導電体膜5に対する電氣的接続に際しては、前記接続片15を使用することに加えて、前記第1の実施の形態による割り溝10と、ねじ13又はテーパ状ねじとに構成にしても良い。

【0038】一方、前記誘電体板2の上面におけるボス部2'には、割り溝17'を設けて成る銅等の導電体製のリング体17を被嵌したのち、ボルト18の締結しにて前記ボス部2'を締めつけることによって固着し(なお、このリング体17は、上面導電体膜14に対して半田付けにて固着しても良い)、このリング体17に対して、前記同軸導波管8における外側導電体管8aを複数本のボルト19の締結により接合する。

【0039】この構成において、誘電体板2の上面に形成した上面導電体膜14は、その外周が外周導電体膜5を介してスロット板としての導電体膜3の外周に、その中心部分が、同軸導波管8における外側導電体管8aに各々電氣的に接続されていることにより、この上面導電体膜14が、前記第1の実施の形態におけるアンテナガイド板1とを同じ作用するのである。

【0040】また、前記誘電体板2の中心部分に、導電体製の接続片15を、当該接続片15が誘電体板2の表面における導電体膜3に電氣的に導通するように嵌め込み、この接続片15を、同軸導波管8における内側導電体軸8bに対して接続したことにより、前記同軸導波管8を誘電体板2の表面における導電体膜3の中心部分に対して電氣的に確実、且つ、強固に接続することができ、この接続構成は、前記第1の実施の形態にも適用できることはいうまでもない。

【0041】なお、第2の実施の形態におけるラジアルラインスロットアンテナは、図10に示すようにして使用される。

【0042】すなわち、前記誘電体板2を、プラズマ表面処理装置におけるチャンバー20に装填したのち、その上面に、前記チャンバー20に対してボルト締結される金属製のカバー21を密接して、このカバー21に設けた冷却水ジャケット22に通水することによって冷却される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す縦断正面図である。

【図2】図1の底面図である。

【図3】前記第1の実施の形態の分解図である。

【図4】前記第1の実施の形態において誘電体板に対して導電体膜を形成する工程を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態を示す縦断正面図である。

【図6】前記第2の実施の形態の分解図である。

【図7】図6のVII-VII視断面図である。

【図8】前記第2の実施の形態における誘電体板の分解図である。

9

【図9】前記第2の実施の形態において誘電体板に対して導電体膜を形成する工程を示す図である。

【図10】前記第2の実施の形態を使用例を示す図である。

【符号の説明】

1	アンテナガイド板	11	貫通孔
2	誘電体板	12	内周導電体膜
2'	ボス部	14	上面導電体膜
3	スロット板としての誘電体膜	15	接続片
		*	

* 4

5

6

8

11

12

14

15

スロット孔

外周誘電体膜

凹所

マイクロ波の同軸導波管

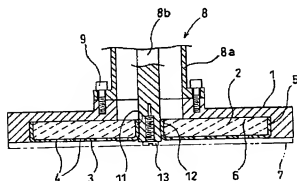
貫通孔

内周導電体膜

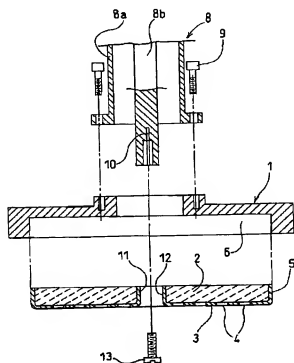
上面導電体膜

接続片

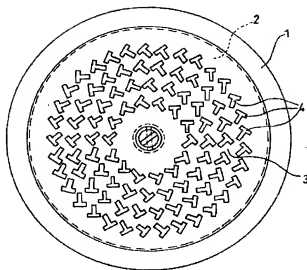
【図1】



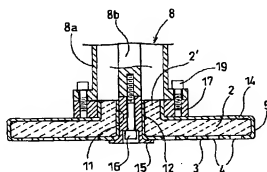
【図3】



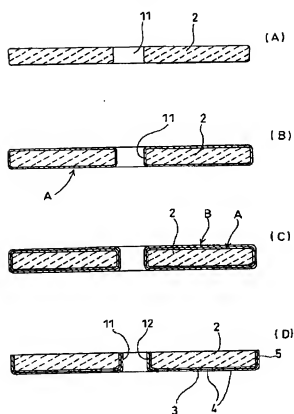
【図2】



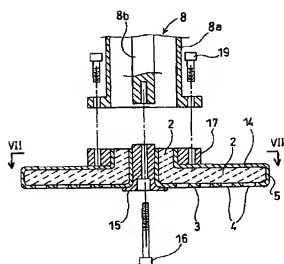
【図5】



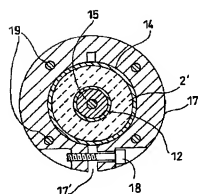
【図4】



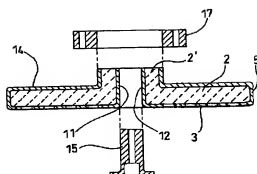
【図6】



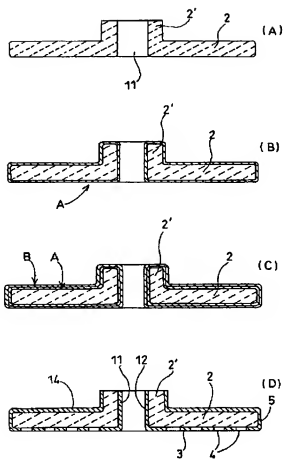
【図7】



【図8】



〔図9〕



〔図10〕

